

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-158470

(P2003-158470A)

(43) 公開日 平成15年5月30日 (2003.5.30)

| (51) Int.Cl.  | 識別記号 | F I           | テーマコード(参考)  |
|---------------|------|---------------|-------------|
| H 0 4 B 1/59  |      | H 0 4 B 1/59  | 5 B 0 3 5   |
| G 0 6 K 17/00 |      | G 0 6 K 17/00 | F 5 B 0 5 8 |
| 19/07         |      | 19/00         | H           |

審査請求 有 請求項の数21 OL (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-261960(P2002-261960)  
 (62) 分割の表示 特願平10-12138の分割  
 (22) 出願日 平成10年1月5日 (1998.1.5)  
 (31) 優先権主張番号 08/775701  
 (32) 優先日 平成8年12月31日 (1996.12.31)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

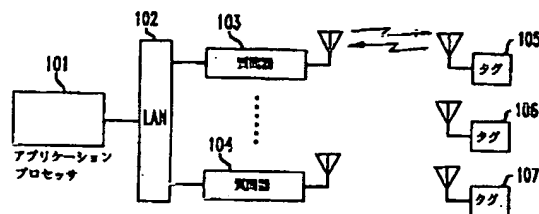
(71) 出願人 596092698  
 ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
 レーテッド  
 アメリカ合衆国、07974-0636 ニュージ  
 ャーシー、マレイ ヒル、マウンテン ア  
 ヴェニュー 600  
 (72) 発明者 アール. アンソニー ショパー  
 アメリカ合衆国、07701 ニュージャージ  
 ー、レッド バンク、マニー ウェイ 29  
 (74) 代理人 100081053  
 弁理士 三俣 弘文  
 Fターム(参考) 5B035 AA00 BB09 CA23  
 5B058 CA15 KA02 KA04 YA20

(54) 【発明の名称】 通信システムおよび質問器

## (57) 【要約】

【課題】 セキュリティ、位置決定、低速度データ通信アプリケーションの各問題を解決するようなシステムを提供し、変調バックスキヤッタを用いた無線周波数識別システムを単一のシステムで単一のインフラでセキュリティ、位置決定、低速度データ通信アプリケーションにて提供する。

【解決手段】 本無線通信システムは、ビル内セキュリティ、位置決定、メッセージング、データ通信能力を統合する幾つかのモードの1つで動作することができる。本システムは、無線信号を生成し送信する1以上の質問器を有する。システムの1以上のタグはこの無線信号を受信する。バックスキヤッタ変調器はサブ搬送信号を用いて無線信号の反射を変調し、反射変調信号を形成する。質問器は反射変調信号を受信し復調する。電子メール、ボイスメール、位置決定、在庫管理等の他のシステムにも用いることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 タグを有する通信システムにおいて、前記タグは、  
（A）無線信号を受信する手段と、  
（B）自発的メッセージを送信するかどうかを決定する手段と、  
（C）サブ搬送信号を生成する手段と、  
（D）前記自発的メッセージを表す情報信号を供給する手段と、  
（E）変調サブ搬送信号を生成するために前記サブ搬送信号を前記情報信号により変調する手段と、  
（F）反射変調信号を生成するために前記変調サブ搬送信号を用いて前記無線信号の反射を変調するバックスキヤッタ変調手段とを有することを特徴とする通信システム。  
【請求項2】 質問器を更に有し、この質問器は、  
（G）前記情報信号を回復するために前記反射変調信号を受信し復調する手段と、  
（H）前記情報信号中の前記自発的メッセージの表示を検知する手段とを有することを特徴とする請求項1のシステム。  
【請求項3】 制御要素を更に有し、この制御要素は、  
（I）前記情報信号の内容を前記質問器から受信する手段を有し、前記内容は、前記自発的メッセージを示すことを特徴とする請求項2のシステム。  
【請求項4】 タグを有する通信システムにおいて、前記タグは、  
（A）無線信号を受信する手段と、  
（B）複数のサブ搬送信号を生成する手段と、  
（C）送信されるメッセージにตอบสนองしてそのメッセージの状態を検知する手段と、  
（D）前記状態を検知したときに前記複数のサブ搬送信号の特定の1つ（以下、サブ搬送信号A）を選択する手段と、  
（E）変調サブ搬送信号を生成するために、サブ搬送信号Aを前記状態の表現からなる情報信号により変調する手段と、  
（F）反射変調信号を生成するために、前記変調サブ搬送信号を用いて前記無線信号の反射を変調するバックスキヤッタ変調手段とを有することを特徴とする通信システム。  
【請求項5】 質問器を更に有し、この質問器は、  
（G）前記反射変調信号を受信する手段と、  
（H）前記反射変調信号を復調する手段と、  
（I）サブ搬送信号Aに信号が存在するかを決定する手段とを有することを特徴とする請求項4システム。  
【請求項6】 前記質問器から前記反射変調信号の内容

を受け取る制御要素を更に有し、この制御要素は、前記内容から前記状態が存在することを表す内容を得る手段を有することを特徴とする請求項5のシステム。  
【請求項7】 （A）無線信号をタグへ送信する手段と、  
（B）前記タグから反射変調信号を受信する手段と、  
（C）変調サブ搬送信号を得るために前記反射変調信号を復調する手段とを有し、  
前記（C）復調する手段は、複数のサブ搬送周波数（以下、サブ搬送周波数A、サブ搬送周波数B）のうちの1つで前記反射変調信号を復調し、  
前記サブ搬送周波数Aおよびサブ搬送周波数Bは異なる動作モードに対応することを特徴とする質問器。  
【請求項8】 サブ搬送周波数Bは、サブ搬送周波数Aの前記変調サブ搬送信号に対する合致フィルタ応答の第1のゼロ点に位置することを特徴とする請求項7の質問器。  
【請求項9】 前記（C）復調する手段は、サブ搬送周波数Bでの復調と同時にサブ搬送周波数Aでの復調を行うことを特徴とする請求項7の質問器。  
【請求項10】 前記（C）復調する手段は、少なくとも3つのサブ搬送周波数（以下、サブ搬送周波数A、サブ搬送周波数B、サブ搬送周波数C）で復調を行うことを特徴とする請求項7の質問器。  
【請求項11】 前記（C）復調する手段は、サブ搬送周波数A、B、Cでの復調を同時に行うことを特徴とする請求項10の質問器。  
【請求項12】 （A）メッセージングシステムと、  
（B）前記メッセージングシステムから送信ダウンリンクデータを受信して前記ダウンリンクデータを質問器へ送信する制御要素と、  
（C）変調無線信号を用いて前記ダウンリンクデータをタグへ送信する質問器と、  
（D）タグとを有する通信システムにおいて、  
前記タグは、変調バックスキヤッタ無線通信を用いてアップリンクデータを前記質問器へ送信する手段を有し、  
前記質問器は、前記アップリンクデータを前記制御要素へと送信する手段を有し、  
前記制御要素は、前記アップリンクデータを前記メッセージングシステムへと送信する手段を有することを特徴とする通信システム。  
【請求項13】 前記メッセージングシステムは、前記制御要素への送信のために一部の前記ダウンリンクデータのみを選択する手段を有することを特徴とする請求項12のシステム。  
【請求項14】 （A）制御要素と、  
（B）タグと、  
（C）各々が前記制御要素からダウンリンクデータを受信し、前記タグへダウンリンクデータを送信する複数の

質問器と、

(D) 前記制御要素へダウンリンクデータを送信するメッセージングシステムとを有する通信システムにおいて、

前記タグは、変調バックスキャット無線通信を用いて前記質問器へとアップリンクデータを送信し、

前記質問器は、前記アップリンクデータを前記メッセージングシステムへ送信し、

前記制御要素は、選択されたタグの位置を決定する手段を有し、

前記制御要素は、変調無線信号を用いて、前記選択されたタグへのダウンリンクデータ伝送に選択された質問器へ前記ダウンリンクデータを送信する手段を更に有し、  
前記制御要素は、前記選択されたタグの位置に基づいて選択された前記質問器を指定する手段を更に有することを特徴とする通信システム。

【請求項15】 (A) データを質問器へ送信する制御要素と、

(B) 変調無線信号をタグへ送信する質問器と、

(C) 前記質問器が受け取る反射変調信号を生成するタグとを有する通信システムにおいて、

前記質問器は、第1情報信号を生成する生成器を有し、

前記第1情報信号は、前記制御要素から受信したデータから得られた内容を有し、

前記質問器は、前記第1情報信号応答して無線信号を前記第1情報信号で変調して変調無線信号を生成する変調器を更に有し、

前記タグは、サブ搬送信号を生成する生成器と、第2情報信号を用いて前記サブ搬送信号を変調して変調サブ搬送信号を生成する変調器を有し、

前記タグは、前記変調サブ搬送信号を用いて前記変調無線信号の反射を変調して反射変調信号を生成するバックスキャット変調器を更に有し、

前記質問器は、前記反射変調信号を復調して前記第2情報信号を回復する復調器を更に有し、

前記質問器は、前記第2情報信号の特性を決定する手段を更に有し、

前記質問器は、前記第2情報信号の内容又はその特性からなるデータを前記制御要素へ送信する手段を更に有し、

前記制御要素は、特定の前記タグの位置を決定する手段を有し、

前記質問器は、複数の受信アンテナを更に有することを特徴とする通信システム。

【請求項16】 前記質問器は、前記複数の受信アンテナからの信号を結合する手段を更に有することを特徴とする請求項15のシステム。

【請求項17】 前記質問器は、前記複数の受信アンテナからの信号を切り替える手段を更に有することを特徴とする請求項15のシステム。

【請求項18】 (A) 無線信号をタグへ送信する手段と、

(B) 前記タグから反射変調信号を受信する手段と、

(C) 変調サブ搬送信号を得るために前記反射変調信号を復調する手段とを有し、

前記(C)復調する手段は、複数のサブ搬送周波数(以下、サブ搬送周波数A、サブ搬送周波数B)で復調を行い、

サブ搬送周波数Bは、サブ搬送周波数Aの前記変調サブ搬送信号に対する合致フィルタ応答の第1のゼロ点に位置することを特徴とする質問器。

【請求項19】 (A) 無線信号をタグへ送信する手段と、

(B) 前記タグから反射変調信号を受信する手段と、

(C) 変調サブ搬送信号を得るために前記反射変調信号を復調する手段とを有し、

前記(C)復調する手段は、複数のサブ搬送周波数(以下、サブ搬送周波数A、サブ搬送周波数B)で復調を行い、

前記(C)復調する手段は、サブ搬送周波数Bでの復調と同時にサブ搬送周波数Aでの復調を行うことを特徴とする質問器。

【請求項20】 (A) 無線信号をタグへ送信する手段と、

(B) 前記タグから反射変調信号を受信する手段と、

(C) 変調サブ搬送信号を得るために前記反射変調信号を復調する手段とを有し、

前記(C)復調する手段は、複数のサブ搬送周波数(以下、サブ搬送周波数A、サブ搬送周波数B)で復調を行い、

前記(C)復調する手段は、少なくとも3つのサブ搬送周波数(以下、サブ搬送周波数A、サブ搬送周波数B、サブ搬送周波数C)で復調を行うことを特徴とする質問器。

【請求項21】 前記(C)復調する手段は、サブ搬送周波数A、B、Cでの復調を同時に行うことを特徴とする請求項20の質問器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無線通信システムに関し、特に、建物内、キャンパスにおける変調バックスキャット技術を用いた無線通信システムを用いた無線通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】機械、在庫品又は生き物を識別したりその動きをチェックする目的で、無線周波数識別(RFID)システムが利用されている。RFIDシステムは、質問器(インテロゲータ)と呼ばれる一つの無線送受信器と、タグと呼ばれる多数の安価な装置との間で通信する無線通信システムである。

【0003】RFIDシステムでは、変調無線信号を使用して質問器からタグへ通信し、タグは変調無線信号により応答する。質問器は、タグにメッセージを送った（ダウンリンクと呼ばれる）後に、連続波（CW）無線信号をタグに送る。それからタグは、変調バックスキヤッタ（MBS）を用いてそのCWを変調する。このMBSでは、アンテナは、変調信号により、RF（無線周波数）放射の吸収体の状態からRF放射の反射体の状態に電子的にスイッチ操作される。この変調バックスキヤッタにより、タグから質問器への通信（アップリンクと呼ばれる）が可能になっている。

【0004】従来のMBSシステムは、（a）質問器の領域へと通過する物体を識別するため、及び（b）タグ上にデータを記憶し後にそのタグからデータを取り出して、目録を管理したり他の有用なアプリケーションを行う。

【0005】キャンパスや建物の中で用いる場合を考える。そしてまず、RFID技術を「セキュリティ」に用いる場合を考える。RFIDは今日セキュリティ業界にて建物アクセスを容易にするように用いられている。例えば、建物への入館を自動的に認証させて行ったり、特定の位置を通過した個人を記録したりする。この動作は質問モードと呼ばれる。即ち、質問器が読みとりフィールド内の全てのタグへ信号を送信し、そのタグを識別させるデータによってタグが応答することを要求する。次にタグはMBSを用いて質問器へこの情報を送り返す。

【0006】加えて、「位置決定」アプリケーションが建物等に存在する。（本明細書において、「建物」、「建物内」は建物の中ないし建物をも含むようなキャンパス環境等を意味する。）例えば、建物内の特定のタグの位置を知りたいことがある。このことは高度なセキュリティを要するような場合に求められる。建物内電話システムにおいて電話の呼をある個人が位置する場所に近い電話機へルーティングするようなアプリケーションにも用いることができる。原型のシステムとして赤外線送信器を用いる例があるが、実際に市場化されておらず、赤外線技術はとどく範囲が狭く、物体を透過する能力に欠ける。従って、赤外線送信器がシャツのポケットの中にあれば、通信パスがブロックされる。従って、位置決定問題を解決する技術は今日ない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】また、低速度データ「通信」アプリケーションも存在する。低速度データ通信を提供する現存するシステムとしては、ページング（無線呼出し）技術がある。ページングシステムの中には建物内の無線カバレージが悪い場合が多く、また、トランザクション毎にサービスプロバイダに課金される場合もある。また、無線データLANを建物内に用いる場合があるが、高価である。更に、現在の低速度データ通信技術は上のセキュリティ、位置決定問題を解決しな

い。本発明は、セキュリティ、位置決定、低速度データ通信アプリケーションの各問題を解決するようなシステムを提供することを目的とする。

【0008】本明細書では、変調バックスキヤッタを用いた無線周波数識別システムがどのように単一のシステムで単一のインフラでセキュリティ、位置決定、低速度データ通信アプリケーションの各問題を解決するかを開示する。本発明は、建物内又はキャンパス領域の位置や通信サービスでの低コストなセキュリティを改善できる。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の無線通信システムは、建物内セキュリティ、位置決定、メッセージング、データ通信能力を統合する幾つかのモードの1つで動作することができる。本システムは、無線信号を生成し送信する1以上の質問器を有する。システムの1以上のタグはこの無線信号を受信する。バックスキヤッタ変調器はサブ搬送信号を用いて無線信号の反射を変調し、反射変調信号を生成する。質問器は反射変調信号を受信し復調する。また質問器はどのタグがバックスキヤッタ変調器手段を用いて応答するかを指定して1以上のタグへ第1情報信号を送信する。

【0010】質問モードでは、質問器は読みとりフィールド内のタグの識別を決定し、識別されたタグとデータを交換することができる。位置決定モードでは、本システムはタグが質問モードの無線範囲内にいるか否かを問わず、建物内のタグの位置を決めるように質問器へ指示する。メッセージングモード又は低速度データ通信モードにおいて、本システムはタグが何らかの行動を行うことを要求するコマンドを（タグが質問モードの読みとりフィールド内かを問わず）、質問器が特定のタグへ送信するように指示する。メッセージングモードの別態様では、質問器がタグへのコマンドに加えてデータを送信することができ、また、タグが質問器へ信号を送り返すことができる。本システムは電子メール、ボイスメール、位置決定、在庫管理等の他のシステムにも用いることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】MBS動作

図1は、この発明を適用を示すのに適したRFIDシステムの一実施例の全体ブロック図を示すものである。アプリケーションプロセッサ101は、ローカルエリアネットワーク（LAN）102（有線又は無線）を介して複数の質問器103、104に通信する。質問器それぞれはさらに、タグ105～107のうちの一つ又は複数と通信する。たとえば、質問器103は、情報信号を、たとえばアプリケーションプロセッサ101から受信する。質問器103はこの情報信号を取り入れ、プロセッサ200（図2参照）は、タグに送信するのに適した形式のダウンリンク・メッセージ（情報信号200a）を

生成する。図1、2において、201は無線信号を合成し、変調器202はこの情報信号200aを無線信号上へ変調し、203はこの変調信号を204を介してタグへと送る（ここでは振幅変調で）。振幅変調を用いるのはタグが単一の廉価な非線形デバイス（ダイオード等）によって復調できるからである。

【0012】タグ105（図3参照）では、アンテナ301（通常、ループアンテナ又はパッチアンテナ）が変調信号を受信する。この信号は、検出器／変調器302によって直接にベースバンドに復調される。検出器／変調器302は、たとえば一つのショットキー・ダイオードである。ダイオード検出器の出力は入力信号の直接のベースバンドの復調にほぼなっている。304は質問器がマンチェスタ符号化を用いてAM信号を送るようにすることにより拡張できる。

【0013】得られる回復信号304aはプロセッサ305へ送信され、ここで回復信号304aが解析される。即ち、プロセッサ305は情報信号200aの内容を検査する。ここで、プロセッサ305はタイミング情報を与える水晶発振器312を有する。一態様では、プロセッサ305は通常、廉価な4ビット又は8ビットのマイクロプロセッサであり、クロック回復回路304は、ASIC（特定用途向け集積回路）によって実装され、これはプロセッサ305と協力して動作する。本明細書では、「プロセッサ」は、プロセッサ、マイクロプロセッサ、ASIC等を含む。

【0014】情報信号200aの内容に依存して、プロセッサ305は別の情報信号306を生成し、これはタグ105から送信され、質問器103へと戻される。情報信号306は変調器制御回路307への入力として供給され、これは情報信号306を用いてサブ搬送周波数源308が生成したサブ搬送信号308aを変調する。一態様において、サブ搬送周波数源308は水晶発振器312により得られるか、又は、水晶発振器312はプロセッサ305と分離している。別の態様では、周波数源（プロセッサ305の主クロック周波数の分割器等）がプロセッサ305内部に存在する信号から得られる。

【0015】変調器制御回路307は、変調サブ搬送信号311を出力し、これは検出器／変調器302により用いられ、ダウンリンク信号202aのCW無線信号を変調し、これにより変調バックスキット（例えば、反射された）信号301aを作る。ここで、タグから質問器への伝送をアップリンクとしている。このように、変調バックスキット信号はアップリンク信号を構成する。

【0016】一態様では、変調サブ搬送信号311の存在（欠如）は、検出器／変調器302（例、ショットキーダイオード）がアンテナ301の反射（インピーダンス）を換えることになる。例えば、アンテナのインピーダンスは、0から無限へと変わる。

【0017】電池310によりタグの回路へ電源を供給する。本明細書では、「電源」は、電池、マイクロ波又は電磁エネルギーを電気エネルギーへ変換することのできるデバイス（例、整流器、誘導カップリング）等を含む。

【0018】単一の周波数サブキャリアを用いる変調バックスキット（MBS）には数々の利点がある。例えば、サブ搬送の位相シフトキー（PSK）（例えば、BPSK（バイナリPSK）、QPSK（直角位相PSK）、より複雑な変調方法（例えば、MSK（最小シフトキー）、GMSK（ガウス最小シフトキー）））がある。

【0019】図2に戻って、質問器103は、反射され変調された信号を受信アンテナ206で受信し、その信号を低ノイズアンプ207で増幅する。そして直交(quadrature)ミキサ208内のホモダイン検出を用いてその単一サブ搬送波の中間周波数(IF)に復調する。（質問器の設計によっては、送信アンテナ204と受信アンテナ206とを兼ねた一つのアンテナが使用される。その場合は、受信器チェーンで受信された送信信号をキャンセルするための電子的方法が必要である。これはたとえばサーキュレータ等のデバイスによって実現できる。）送信チェーン手段で使用した無線信号源201と同じものを使用して、ホモダイン検出を使用してベースバンドへの復調がなされる。これは、受信回路の位相ノイズを減少させるという意味で有利である。それから、ミキサ208は復調信号209を適当にフィルタするためにその復調信号209を（直交ミキサを使用する場合は、I（同相）信号とQ（直交相）信号の両方を）フィルタ／アンプ210に送る。出力のフィルタされた信号は、（それから、典型的にはIFサブ搬送波上で搬送される情報信号211が、）サブ搬送復調器212でサブ搬送波から復調する。次にサブ搬送復調器212は、メッセージの内容を判定するために情報信号213をプロセッサ200に送る。サブ搬送復調器は、複雑な応用においては単純なA/D変換器とディジタルシグナルプロセッサ(DSP)を用いて実装される。例えば、振幅変調サブ搬送に対してはダイオードが用いられ、PSK変調サブ搬送に対してはDSPが用いられる。復調信号209のIチャネルとQチャネルは、フィルタ／アンプ210もしくはサブ搬送復調器212内で結合されるか、又はプロセッサ200で結合されることも可能である。別の態様では、質問器は、無線信号を送受信するために単一のアンテナを有する。この態様では、受信器連鎖により受信したものの送信信号を分離する電子的な方法が必要である。このことは、サーキュレータのようなデバイスにより実現できる。

【0020】上の技術等を用いて、小範囲、双方向のディジタル無線通信チャネルを実装できる。ショットキーダイオード、信号強度ブースト用アンプ、ビットフレー

ム同期回路、4又は8ビットマイクロプロセッサ、サブ搬送生成回路、電池等を用いて低コストなシステムを作ることができる。ビットフレーム同期、サブ搬送における回路は、マイクロプロセッサコアの周辺のカスタムロジックにより実装してもよい。従って、これらの機能はかなり低コストで提供できる。

#### 【0021】狭帯域動作

上の手順を用いて、双方向デジタル無線通信チャンネルを作ることができる。このチャンネルの範囲はなるべく拡張できた方がよい。このことは、ダウンリンク、アップリンク双方の範囲を拡張することを伴う。

【0022】ダウンリンクの範囲を拡張することは、幾つかの因子を伴う。第1に、ダウンリンクの範囲は、信号損失を最小化することにより拡張できる。上述のように一態様においては、ダウンリンクは振幅変調信号であり、これは容易に単一非線形デバイスである検出器／変調器（マイクロ波、ショットキーダイオード等）により検出できる。アンテナ301から非線形検出変調器への信号損失を最小化するために、アンテナからダイオードへのインピーダンスを整合させることは重要である。第2に、ダウンリンクのデータ速度は、ダウンリンク信号の雑音バンド幅を減らすために制限することができる。

【0023】第3に、タグのアンテナ301は、アンテナバンド幅の外のRF信号をフィルタリングして除くように用いることができる（RF信号の受信の他に）。例えば、2.45GHzでは、許容RF搬送周波数は、2.400～2.485GHzである。パッチアンテナ等のアンテナの設計は、この周波数バンドをカバーするが、この範囲を超える周波数をフィルタリングして除く。理想的な周波数応答は、許容周波数範囲をまたがる3dBの間のアンテナ感度で、この範囲を超えると急激に落ちるものがよい。更に、アンパ303はアップは期待ダウンリンクデータ速度（典型的には、数kbps～数十kbps）の周辺の特定のパスバンドの間の信号のみ通過するように設計されているという点で、フィルタとしても機能する。上述のタグ設計は、変調スキームが主に一定のエンベロープである、アンテナの周波数バンド内のRF伝送にはあまり影響を与えない。このように、このようなタグ設計は、多くの潜在的な干渉信号に抵抗性のある堅牢なタグを可能にする。

【0024】また、アップリンクの範囲を拡張することは、幾つかの因子を伴う。第1に、アップリンク信号の雑音バンド幅は、可能な限りデータ速度を遅くすることにより減らすことができる。もしアップリンク信号のデータ速度を数bpsに抑えれば、実装できる有用なアプリケーションの数を大きくできる。データ速度の制限は、単一サブ搬送周波数上に変調データがないような極限にすることができる。このような場合、このサブ搬送周波数にて受信した信号がごく少ないないし皆無なことは、前のメッセージに対し、「確認」又は「非確認」を

指示させる。

【0025】サブ搬送信号は比較的正確に決定できる。一態様において、サブ搬送周波数源308は比較的正確な周波数のサブ搬送信号を生成する。例えば、サブ搬送周波数源308は周波数32kHzで精度 $\pm 100$ ppm（即ち、水晶発振器の周波数は $\pm 3.2$ Hzの間）の廉価な水晶発振器を用いることができる。

【0026】一態様において、DSP等のプロセッサ210aを用いる質問器において狭帯域フィルタリングが実装され、フィルタ／アンパ210とサブ搬送復調器212の機能を行う。この態様では、プロセッサ210aは公知の狭帯域フィルタリングアルゴリズムを用い、10Hzより小さいバンド幅の信号のデジタルフィルタリングを行い、第1サイドローブは、60dBへと抑えられる。次に、このプロセッサ210aが受信した信号の信号強度が測定され、この強度は信号がない時のそのチャンネルにおける平均雑音よりも十分に上の基準信号強度と比較され、望まない信号が実際の信号と誤解されないようにする。この方法により、非常に弱いアップリンク信号も信頼性を持って検出できる。この技術を用い、ダウンリンクとアップリンクにおいて大まかに同等な範囲を達成できる。

【0027】次に、サブ搬送周波数 $f_s$ の位置を議論する。MBSシステムは任意の数の反射体からのRF源の反射によるアップリンク信号における雑音を示す。通常、反射体には2種類ある。即ち、信号が送信された搬送周波数と同じ搬送周波数で信号を反射する反射体、及び信号が送信された搬送周波数とは異なる搬送周波数で信号を反射する反射体である。前者の種類には、壁、金属物体がある。これらの反射体から反射した信号は、搬送信号に対して任意の位相関係を有する。反射を相殺するには、ホモダイン検出器として動作する直交ミキサ208を用いる。後者の反射体の種類は、ドップラーシフト（移動する金属物体により起こる）又はサブ搬送周波数付近の周波数にて動作する電子機器からの反射により生成される。難しい問題として、蛍光による光の雑音があり、基本波60Hzの周波数（米国で）だけではなく、数千Hzよりも大きい可聴音を超えた周波数の雑音を作る。サブ搬送周波数 $f_s$ が基本波60Hzの周波数の倍数に落ちるように位置させることが解決法として知られている。一態様にて、32kHzの水晶発振器がこの要件を満足するサブ搬送周波数を生成するのに用いられる。

#### 【0028】多モード動作

一態様にて、取扱システムは多モード動作が可能である。この態様では、タグと質問器は高データ速度と低データ速度にてデータを送信できる。他のデータ速度も可能である。一態様では、実際のデータメッセージ（例、多ビット、高ビットメッセージ）が高データ速度モードを用いて取扱システムにより送信、受信され、確認メッ

セージ（例、1ビット、低ビットメッセージ）が低データ速度モードを用いて取扱システムにより送受信される。

【0029】好都合なことに、低データ速度モードは、拡張した範囲を本発明の取扱システムに与える。前述のように、通常1ビット又は低ビットの確認メッセージを送信するのに低ビット速度モードが用いられる。このことにより、確認メッセージが実際のデータメッセージよりも小さい周波数バンドで送信される。周波数バンドを小さくすれば、周波数バンドの外の雑音の狭帯域フィルタリングのアプリケーションを可能にし、このことにより、確認メッセージを送信できる範囲を拡張できる。

【0030】前述のように、1ビットの情報を送るため、タグは、入信号（反射連続波無線信号）上へ変調バックスキュットを用いて変調できる非変調サブ搬送周波数を生成することができる。そして、質問器は、単一周波数音の反射信号を受信する。次に狭帯域フィルタリング技術を用いて、雑音バンド幅を減らしこの信号の存否を決定するのに用いることができる。

【0031】動作に入ると、タグ105はダウンリンクメッセージとして質問器103から送られた情報ビットを検知し組み立てる。同期パターンビットをダウンリンクメッセージの開始時に送信する。これらのビットはタグがビット及びメッセージ同期を獲得することを可能にし、ダウンリンクメッセージの開始及び終了をタグが決定することを可能にした。一態様では、ダウンリンクメッセージは、アドレス、コマンド、また、データ及びエラー検出、訂正等の情報を含む。ダウンリンクメッセージのコマンド又はデータ部分は、タグ105が実データメッセージ（タグID他のアプリケーション依存データ等）又は確認メッセージ（1ビット確認メッセージ等）を返すべきかを指示すべきである。

【0032】タグ105のプロセッサ305は、どの種類のアップリンク信号を質問器へと送り返すべきかを決める。タグ105が実データメッセージ又は確認メッセージのいずれかを送信して質問器103がこれら2種類のメッセージを受信し区別できるようにする方法には幾つかある。図3に戻ると、一態様において情報信号306はプロセッサ305からリード306aを介して変調器制御回路307へと送信される。タグ105のプロセッサ305が1情報ビットからなる「単一音」メッセージを送る場合、リード306aは情報メッセージを送るべきでないことを指示する第1論理状態に維持され、これにより変調器制御回路307は非変調サブ搬送信号311を出力させるようにする。プロセッサ305が実データメッセージを送る場合、リード306aは変調器制御回路307へと実データメッセージを運ぶ。この実データメッセージは次に、振幅変調、位相変調、周波数変調、符号変調等の変調技術を用いてサブ搬送信号308aを変調するのに用いられる。

【0033】図2に戻り、質問器103は受信アップリンク信号から、変調（又は非変調）サブ搬送信号を受信し復調し、そしてフィルタリングを課す。サブ搬送周波数の詳細を与えると、適切なフィルタ/アンプ210が雑音を除去する。次にサブ搬送復調器212はもしあれば情報信号306を変調（又は非変調）サブ搬送信号から復調する。次にプロセッサ200は情報信号306を復号するのに必要なデジタルシグナルプロセッシングを行う。プロセッサ200はDSPを用いてもよいが従来のマイクロプロセッサも用いてもよい。

【0034】単一サブ搬送音を有する「単一音」確認メッセージを回復するため、フィルタリングアンプは、狭帯域フィルタとする。従来のフィルタ技術も用いることができるが、上のDSP210aは狭帯域フィルタに用いるとよい。この単一音のサブ搬送周波数は、タグ105が周波数源として廉価な水晶を用いるので周知である。水晶の精度が多少悪くても、サブ搬送周波数は数Hzの精度であり、非常に狭帯域なフィルタリングを可能にする。タグ105からの確認メッセージ応答がRFIDシステムの範囲を拡張するのに用いられ、弱い信号である可能性が高いので、フィルタ/アンプ210の狭帯域フィルタには更なる任務を課した。

【0035】DSPを用いる態様として、アップリンク信号の周波数成分を動的にサーチすることがある。このことは図2のプロセッサ200を用いて入データ流にフーリエ変換を行うことにより行える。変調サブ搬送信号を表す複数の信号を微分しても、知らないデータ速度の単一サブ搬送信号をフーリエ変換して回復させて複数の信号をサーチできる。

【0036】このように、変調バックスキュット通信システムが2つのモードにて動作させる方法を示した。1つはバックスキュット信号が高データ速度アップリンク通信チャネルを提供するように変調されるモードであり、1つはバックスキュット信号が低データ速度アップリンク通信チャネルを提供して単一音等の確認信号を長距離からでも検知できるように変調されるモードである。

#### 【0037】多モードの実装

取扱システムの多モード動作は3つのサービスにより実装される。第1のサービスは、「質問」サービスである。質問器がタグへダウンリンクにて「質問信号」を送信することにより質問は始まる。タグは受信質問信号を復号し、復号した質問信号に基づいて行動を決める。

「標準的な」質問の場合、タグは、MBSを用いて質問器へ「義務的データ(mandatory)」を返すことを要求される。「標準的な」質問を受信する質問器の読みとりフィールドにいるタグはそれぞれ、その義務的データにより後に説明するプロトコルを用いて応答する。「読みとりフィールド」は、タグと質問器が通信できる空間領域をいう。また質問器は、「標準的な」質問サービスの一

部として、タグそれぞれ全てのために意図されたデータを送信する。このようなデータの例としては、時間情報、フレーミング情報他の同期情報等がある。義務的データは識別情報を有してもよい。

【0038】「標準的な」質問を超える他の質問も可能である。例えば、質問器は、質問を用いて特定のタグを識別した後、タグのメモリに記憶される更なるデータをそのタグへと送信することができる。質問器はタグが他のデータをその質問器へと送信し返すことを要求してもよい。これらの更なるデータの通信には、「標準的な」質問において用いたデータレートを用いることができる。従って、タグそれぞれ全てへとコマンド及びデータを送信するために質問器を用いて、読みとりフィールドにおける特定のタグを識別し、そのタグと双方向で通信できる。質問において、ダウンリンクに要するデータ速度は通常大きくない。なぜなら、質問信号は読みとりフィールドの全てのタグが応答することを要求するのに必要なビットのみを持っていればよいからである。ダウンリンクにおけるデータ量と比べてアップリンクのデータ量は通常かなり大きい。義務的データは時間が重大（クリティカル）である送信においてしばしば送信されるので、アップリンクのデータ速度はダウンリンクのものよりかなり大きい方がよい。即ち、ダウンリンクデータ速度がアップリンクデータ速度より小さいような非対称性がある。

【0039】第2のサービスは、「位置（位置決定）」サービスである。これはタグの位置を位置決定するのに用いられる。位置決定において、質問器はダウンリンクに「位置決定信号」をタグへと送る。これは位置決定信号が向かう特定のタグのアドレスを有する。このサービスでは、タグは単純な確認メッセージ（一定音信号等）により応答するように要求される。上の狭帯域技術を用いて、質問サービスの範囲を遙かに超えた範囲にて質問器によって一定音信号を受信できる。従って、ダウンリンクがアップリンクよりも大きなデータ速度である非対称通信サービスが存在する。

【0040】位置決定サービスは以下のように特定のタグ105の位置を決める。取扱システムはタグの位置の情報を持っていないとする。質問器は位置決定信号を送信し、そして可能性のある応答（確認メッセージ）を聴く。各質問器は受信応答（もしあれば）の信号強度を決めることができ、LAN102又はアプリケーションプロセッサ101の位置決定プロセスへとそれらの決定を報告する。ここで、位置決定プロセスは、質問器により位置決定プロセスへと報告される確認メッセージの信号強度に基づいてタグの位置を決めることができるソフトウェアプロセスである。位置決定プロセスは、タグの位置が最強の確認メッセージ信号強度を受信する質問器の位置と等しいものとして決める。ここで、タグの位置の精度は質問器の有効範囲である。

【0041】別の態様では、位置決定プロセスは、もし2以上の質問器が確認メッセージを受信した場合はタグの位置を決定するのにより複雑な方法を用いる。タグの位置は、確認メッセージを受信した質問器、及び各質問器の空間位置に基づいて決められる。例えば、もし2つの質問器が等しい信号強度の確認メッセージを受信した場合、タグの位置はこれら2つの質問器の2等分線上にあると推定できる。もし3つの質問器が確認メッセージを受信した場合は、「三角位置決定」が可能となる。文献、"The NLOS Problem in Mobile Location Estimation Proceeding 1996 5th International Conference on Universal personal Communic. oct 96" by Marilyn Wy le and Jack Holtman、を参照するとよい。

【0042】第3のサービスは、「メッセージング」サービスである。「メッセージング信号」と呼ぶダウンリンク信号は、1以上のタグのアドレス、及びこれらのタグのためのデータを有し、質問器により送信される。メッセージング信号のタグアドレスと合致するタグはそのデータをプロセッサ305に関連づけられたメモリ305aへと記憶するように、またそのデータを用いて他の機能を行うように指示される。タグがメッセージング信号に応答する方法には幾つかの方法がある。メッセージング信号がタグにデータを記憶するように指示すれば、タグは、質問器へと確認メッセージを送り返すことによりメッセージング信号の受領を確認させる。代わりに、もしメッセージング信号がタグに判断をすることを指示、又は質問器へ他のデータを送り返すように指示すれば、数ビットのデータの確認メッセージにより応答する。従ってメッセージングにおいては、もしアップリンクが確認メッセージであれば、ダウンリンクがアップリンクよりも大きなデータ速度を有するような非対称通信バスが存在することとなる。

【0043】別の態様では、上述のサービスの1つで始まり別のサービスへと換えることができる。以下にこのような通信を可能にする方法を説明する。タグとの通信を望むとする。メッセージングサービスが質問器からタグへと送信され、質問器で受信される単純な確認によりタグが応答することを指示する。更に、質問器が受信した確認メッセージに基づいて、質問器は更なるデータをその質問器へとタグが送り返すようにタグに指示したいとする。例えば、質問器はもし信号強度がしきい値よりも低ければ確認メッセージの信号強度を決め、メッセージングサービスのためにアップリンクにて通常用いるデータ速度までにアップリンクデータ速度を制限する。信号強度はしきい値よりも上である他の場合は、質問器は質問サービスのためにアップリンクにて通常用いられるデータ速度までにアップリンクデータ速度を変える。ここで、2つのアップリンクデータ速度を用いて説明したが、他のデータ速度も用いることができる。

【0044】一態様にて、上の3つのサービス全ては、



同じシステムにおいて共存し、同時に動作させる。これらのサービスは、必要なデータ速度に基づいて、質問器からタグへの異なる範囲をサポートするということを認識することから始める。例えば、質問サービスには、タグが質問器のそばを通る時等に短時間において相当量のデータ伝送を伴う。ある時において読みとりフィールドにいくつもタグが存在するときには必要なデータ速度は更に増える。データを同時に伝送する複数のタグが同時に存在すれば、お互い干渉せずに複数のアップリンクを可能にするためにはプロトコルが必要である。一態様において、アロハ(Aloha)又はスロットドアロハ(Slotted Aloha)のプロトコルを用いる。質問サービスの通常のデータレートは、50~300 kbpsの範囲である。ここで、他の因子がないことにより、範囲とデータ速度は相反する関係で、トレードオフすべきことに留意する。文献、"Queuing Systems Vol. 2 Computer Applications" by Leonard Kleinrock, published by John Wiley & Sons, NY in 1976、を見るとよい。

【0045】まとめると、データ速度には2つの異なる「非対称性」がある。即ち、質問サービスにおけるアップリンクの方がダウンリンクよりも大きなデータ速度の場合、及び位置決定及びメッセージングサービスにおけるダウンリンクの方がアップリンクよりも大きなデータ速度の場合である。従って、質問サービスの有効範囲は位置決定又はメッセージングサービスのものよりも小さい。なぜなら、質問サービスにおけるアップリンクのデータ速度要件はより大きいからである。この範囲における差違を図4に示した。これらのデータ速度の間の関係を観測することは重要である。上の「範囲拡張」の章では、狭帯域フィルタリングを用いて相当な範囲拡張を達成できたことを示した。位置決定及びメッセージングサービスはダウンリンクがおおまかに数kbpsのデータ速度であり、アップリンクは数bpsである。質問サービスはダウンリンクがおおまかに数kbpsのデータ速度であり、アップリンクは50~300kbpsである。

【0046】図5には、これら3つのサービスの間の範囲の関係を示す。3つのサービス全てにダウンリンク範囲503は等しい。位置決定サービスとメッセージングサービスのアップリンク範囲502はおおまかにダウンリンク範囲503のものと等しい。これに反し、質問サービスのアップリンク範囲501はアップリンク範囲502よりもかなり小さい。

【0047】上の説明では同じアンテナ技術を3つのサービスが用いるとして、指向性アンテナの効果に言及しなかったが、これを用いて有効範囲を増加させ、アプリケーションに最適化された「読みとりフィールド」を得ることができる。以下には異なるアンテナパターンの利用を説明する。

【0048】RFIDシステムのアーキテクチャー

ここでは質問器の配置を議論する。図1に戻ると、アプリケーションプロセッサ101は乗客、荷物、カーゴに関する情報を記憶するデータベース110をサポートする。例えば、データベース110は航空機に搭乗中の乗客、乗客に対応する荷物、荷物の位置等の識別情報を有する。飛行場（飛行場コンプレックスをいう）全体に質問器を分布させることもできる。ここで、飛行場全体というカバレッジは質問サービスにとって完全ではない。即ち、質問サービスは飛行場の良好に区画された領域でのみ利用可能である。なぜなら、質問サービスは一般に、特定の位置（ドアウェイ等）を通過する際にタグを識別するのに用いられるからである。また、位置決定及びメッセージングサービスにおいて飛行場のカバレッジは質問サービスのカバレッジよりも大きい。理想的には飛行場の誰にでも位置決定及びメッセージングサービスを提供することが望ましい。

【0049】位置決定サービス又はメッセージングサービスにおいて、飛行場において十分な数の質問器を配置し、飛行場におけるいずれの場所も3つの質問器の範囲内に入るものとする。これにより、受信アップリンク信号強度の三角位置決定を用いて位置決定サービスを実装することを可能にする。別の態様では、質問器は「部分的に重なり合う」方式で配置され、飛行場におけるいかなる場所も質問器の無線カバレッジ領域内にあるようにする。この構成により、単純な位置決定サービスを実装でき、この位置決定サービスの精度（誤差）は1つの質問器のカバレッジ領域に匹敵する。

【0050】別の態様では、質問器は「部分的に重なり合う」方式で配置され、飛行場におけるいかなる場所も少なくとも1つの質問器の無線カバレッジ領域内にあるようにする。この構成により、単純な位置決定サービスを実装でき、この位置決定サービスの精度（誤差）は1つの質問器のカバレッジ領域に匹敵する。

【0051】質問器が「部分的に重なり合う」方式で配置された場合の位置決定モードを議論する。位置決定したいタグがダウンリンク範囲内にあるとする。すると、タグはタグアドレスを含むダウンリンク信号を受信できる。ダウンリンクメッセージが自分へ向けられたものであるとタグが決めると、タグはアップリンク確認メッセージ（例、定トーン）を（特定のプロトコルで）送信する。このトーンの生成及び送信を下に説明する。このアップリンク信号は質問器により受信される。

【0052】上の方法をサポートする一般的なアンテナ構成は、ダウンリンク送信アンテナとアップリンク受信アンテナが両方全方向性アンテナである。例として、2.45GHz（このようなシステムの利用が想定される）ではアンテナは、丸い接地面から下にのびる1/4波長モノポール（例、金属）を用いることができ、アンテナは天井に取り付けられ、アンテナパターンは概して全方向性で接地面の下の空間がアンテナパターンのほと

んどを占める。

【0053】図6にはこのような構成を示す。アンテナ605はレードーム606やプラスチックカバーの中に入れてアンテナを外傷から守り美的に満足させる。

【0054】図7には別態様を示す。建物はドロップ天井702を有する。多くのドロップ天井はあまりRF波を吸収しないので704をドロップ天井702の上に配置してレードーム706がドロップ天井702を突き出るようにすることができる。ここではアンテナの部分のうちレードームだけが可視であり、これは横幅5〜8cmほどであり更に小さいものもある。この設計はこのようにアンテナをきわめて目立たなくすることができる。図6、7のアンテナは「全方向性アンテナ」を構成する。

【0055】このように概して、位置決定、メッセージングモードでは、全方向性アンテナパターンはダウンリンク、アップリンク両方のメッセージに有用である。質問モードでは方向性（指向性）アンテナを用いて、質問モードが利用可能な特定の空間量を規定する。図8には、異なるアンテナパターンが質問モードをサポートする方法の概念を示す。ダウンリンク（送信）アンテナ801は全方向性アンテナであり、アップリンク（受信）アンテナは指向性である。従ってこの質問器からの801は全3モードのいずれのダウンリンク信号をも送信する。アップリンクアンテナ802（指向性）は質問モードのタグからアップリンク信号を受信する。

【0056】図9、10は異なる受信アンテナを用いる2つの方法を示す。図9には、全方向性アンテナ902、方向性アンテナ903の出力は線形な方法により結合される。この技術により、システムが単純で低コストなものでもよく、いずれのアンテナからもアップリンク信号を受信できる。しかし、信号が一方のアンテナからのみ到来するのであれば3dB以上のロスを生じる。図5には、1002が1003から1004へと切り替える単純なスイッチ機構を示している。このことにより前記3dBのロスをなくすることができ（スイッチのロスが無視できるとして）、質問器を単純にできる。

【0057】モード遷移

上の議論では、送信に必要なデータの量及びアップリンク信号の受信信号強度に基づいて、タグとの通信があるモードで開始され、別のモードへ遷移するような通信を議論した。例えば、図2には、214信号（ここではサブ搬送復調器212の出力）は質問モードが要するより高いアップリンクデータ速度をサポートに適切なS/N比が存在するかを決めるためにプロセッサ200が用いられる。214の指示情報は、フィルタ/アンプ210の出力であることができ、また、ミキサ208の復調信号209から取ることができる。

【0058】別の遷移に、位置決定モードから質問モードへの遷移がある。位置決定モード質問信号は質問器に

より送信され、214の指示信号を用いて、質問モードが要するより高いアップリンクデータ速度をサポートに適切なS/N比が存在するかを決める。別の遷移では、タグが質問モードを用いて識別され、そのタグとデータ通信が始まることを想定する。これらのデータ通信時には、アップリンクエラーレート（各アップリンクメッセージのエラー検出符号を計算するプロセッサ200により決める）は、質問モードアップリンクデータ速度をサポートするのにSNRが十分に大きくないことを指示する。そこで、メッセージングモードでアップリンクデータ速度をかなり減少させてデータ通信が継続できる。

【0059】RFIDプロトコルのアーキテクチャ上の動作モードをサポートする質問器103とタグ105の間の通信に用いるプロトコルを説明する。通常のRFID通信システムでは、質問器は「マスター」でありタグは「スレーブ」である。質問器が通信を要求したときのみタグは質問器と通信できる。従って、時間を論理的な「フレーム」に分割して考えてみる。1フレームは質問器からタグへの第1通信を有し、次に逆の通信を含んでいる。図11はフレーム構造をおおまかに示している。フレームA1110とフレームB(1120)の2つのフレームを有している。フレームA(1110)内では、質問器はダウンリンク $D_A$ 1101の間タグと通信する。ダウンリンク $D_A$ 1101が終わるとタグはアップリンク $U_A$ 1103の間質問器と通信する。タグはアップリンク $U_A$ 1103の間質問器と通信する。同様に、フレームB1120はダウンリンク $D_B$ 1102とその後のアップリンク $U_B$ 1104を含んでいる。

【0060】図12はダウンリンク $D_A$ 1101の構造を示す。第1に、一連の同期1210ビットが送信される。このことによりタグが質問器のタイミングと同期できる。次に、コマンド1220ビットフィールドを送る。このコマンドはどの動作モードが要求されたかをタグに指示する。そして、データメッセージ1240が送られる。このデータメッセージはタグそれぞれ全てのデータ（クロックデータ、フレーム同期情報等）を有する。最後のフィールドはエラー検出訂正1250フィールドである。これはダウンリンクメッセージのエラー検出を可能にし、送信ビットによってはエラー訂正も行える。質問モードのこの例ではこれらが必要とされる。質問モードの別態様では、同期1210とコマンド1220フィールドを結合してもよく、エラー検出訂正1250フィールドを除去してもよい。

【0061】位置決定モードでは特定のタグがアドレス指定される。従って更なるフィールド、タグアドレス1230を設ける。メッセージングモードでは図12の全てのフィールドを用いることができる。

【0062】図13はアップリンク $U_A$ 1103の構造を示す。アップリンク $U_A$ 1103は8スロットに分割されている。3つの動作モードは8スロットを共有す

る。この共有は幾つかの方法により行えるが単純な方法は、純粋なFDMである。この方法では、質問器103はまずダウンリンク $D_A 1101$ を送信する。このメッセージは標準的な質問モードに回答するようにタグ105に指示する。このモードでは、タグ105はそのアップリンク情報を乱選択された時間スロットにて複数回送信する。アップリンク情報が送信される時間スロットの数、全体のトランザクションの滞在時間の両方は、読みとりフィールドにてサポートすべきタグの数、トランザクションが要する時間等に基づいて確率問題により解決される。図13には、スロット1302の間UI1(1311)、またスロット1306の間UI2(1312)のアップリンク情報をタグは送信している。この方法により複数のタグが同じフレームの間にそれらのアップリンク情報に回答することができる。

【0063】メッセージングモードでは、質問器103はダウンリンク $D_A 1101$ を送信する。このコマンド1220フィールドはタグ105にメッセージングモードが所望されていることを指示し、また、各々がタグアドレス1230フィールドに自分のアドレスと合致するものがあるか判断できるように全てのタグがダウンリンク $D_A 1101$ を取ることを継続することを指示する。タグアドレス1230フィールドにアドレスがあるタグは、アップリンクメッセージを送信して応答する。図13では、メッセージUM<sub>1</sub>1313が8スロットにおいて送信されている状態を示してある。8スロット全てを要するのは、メッセージングモードのアップリンク範囲がダウンリンク範囲と匹敵するようにこのアップリンク信号のSNRを向上させるためである。

【0064】位置決定モードでは、質問器103はダウンリンク $D_A 1101$ を送信する。このコマンド1220フィールドはタグに位置決定モードが所望されていることを指示し、また、各々がタグアドレス1230フィールドに自分のアドレスと合致するものがあるか判断できるように全てのタグがダウンリンク $D_A 1101$ を取ることを継続することを指示する。タグアドレス1230フィールドにアドレスがあるタグは、アップリンクメッセージを送信して応答する。図13では、メッセージUL<sub>1</sub>1314が8スロットにおいて送信されている状態を示してある。8スロット全てを要するのは、メッセージングモードの理由と同じである。この技術を用いて、異なるスロットにて送信することにより質問モードメッセージ(UI1、UI2等)は、アップリンク $U_A 1103$ を共有できる。

【0065】上に示した標準的な質問モードの後、質問器103は質問モードアップリンクデータ速度で特定のタグからデータを受信することを望むとする。幾つかの方法により行えるが一態様では、質問器は「標準的な」質問モードで行われるように特定のタグアドレス1230を含む質問信号を全てのタグに送信する。この質問信

号は、このタグがデータメッセージ1240フィールドにて指定して要求された特定のデータにて応答することを指示し、図13のアップリンクスロット機構を用いることを指示する。即ち、可用スロットのサブセットのみにて要求データを送信する。質問モード信号の範囲内の他のタグは可用スロットの外にてそれらの義務的データによって応答するか、又は質問信号はそれら他のタグをサイレント状態にとどまらせる。別態様では、質問信号は特定のタグが図13の全てのスロットにて要求データを送信することを指示し、また質問信号の範囲内の他のタグ全てには別の指示の質問信号を受信するまでサイレント状態であることを指示する。

【0066】次の問題は、同じ質問器103を用いて全3動作モードをシステムがどのようにサポートするかである。(a)時間分割多元接続(TDMA)、(b)周波数分割多元接続(FDMA)の2態様があげられる。

【0067】TDMAでは、アップリンク信号は時共有される。図1のように、各質問器103はアプリケーションプロセッサ101とLAN102を介して通信する。LAN102はタイミング情報、質問器103とのデータ伝送を提供する。お互い「無線接触」している各質問器103を同じドメイン内にあるとする。「無線接触」とは、他の質問器の範囲と重ならない図5の1質問器の最大範囲のものである。このような質問器は他の質問器と別のドメインにある。ドメインの例としては、建物の1フロア、1フロアの部分があり、RFに関して他のサブセットと絶縁されている。各ドメイン内では、全ての質問器が時間同期されている。

【0068】アップリンクに対して別態様がある。例えば、各ドメイン内の質問器全てはアップリンク信号(例、アップリンク $U_A 1103$ )それぞれに対して同じモードで動作する。これは3動作モードの間でアップリンク $U_A 1103$ 時限を時分割するのでTDMAと呼ばれる。

【0069】別態様では、質問モードは他の2つのモードと同時に進行する。従って、位置決定モード、メッセージングモードはアップリンク $U_A 1103$ 時限を共有するためにFDMAを用いる。全3モードはFDMAを用いてアップリンク $U_A 1103$ 時限を共有できる。FDMAを行うため、308の周波数源はプロセッサの黒奥さん賞としてよく用いられる水晶を用いる。上の狭帯域動作の章では、308は32kHzの水晶であり、サブ搬送周波数は32kHz信号から得られた。回路を多少拡張して307は2以上のサブ搬送周波数の生成をサポートできる。ダウンリンク信号のコマンド1220における情報に基づいてタグはどのサブ搬送周波数(複数かもしれない)をそれらのアップリンク信号を送信するのに用いるかを指示する。この方法により2以上のタグは同時にアップリンク信号を送信できる。なぜなら、質問器は同時間に複数のサブ搬送周波数上のアップリンク

信号を復号できるからである(下を参照)。上のようにFDMAを用いると、あるタグが質問モード信号に応答しているのと同じ時間に別のタグが位置決定モード信号を別のサブ搬送周波数で応答することができる。低コストを実現するサブ搬送周波数の構成は下に述べる。

#### 【0070】タグ設計

上にはMBS技術を用いたRFIDタグの基本的な運用を述べた。ここでは、上の3モードをサポートする具体的な技術を述べる。タグが位置決定モード信号に応答することを望めば307はサブ搬送周波数 $f_s$ を生成する。上の一態様では、サブ搬送周波数信号はデータで変調されず、その信号は302ダイオードへと交流状態のバイアス電流を共有するのに用いられる。従って、サブ搬送周波数 $f_s$ のアンテナとダイオードの間のインピーダンス合致を変えることとなる。

【0071】アップリンク信号の間、質問器が周波数 $f_c$ の純粋なCW音を送信すると仮定する。302が交互に逆転し周波数 $f_s$ でバイアスされて進められると、反射信号は周波数 $(f_c - f_s)$ と $(f_c + f_s)$ にある(この混合プロセスのオーバートーンは無視する)。この信号を質問器が受信すると、サブ搬送復調器212は周波数 $f_s$ の単一音となる。このサブ搬送周波数の存否は、確認を受信したかを決めるのに用いられる。

【0072】別態様では、307はサブ搬送周波数 $f_s$ を生成し、そのサブ搬送上へ非常に低ビット速度でデータを変調する。得られる変調サブ搬送信号は、302ダイオードへ交流状態のバイアス電流を供給するのに用いられ、従って、データにより変調されたサブ搬送周波数 $f_s$ の反射信号を生成するように、アンテナとダイオードの間のインピーダンス合致を変えることとなる。この後者の態様は、一定音を単に送信することに加えて、タグはその状態を含む情報を送信するのに用いられる。両方の場合、受信信号の信号強度を用いてタグの位置が決められる。

【0073】タグが質問モード又はメッセージングモードに応答することを望む場合、情報信号306がサブ搬送周波数 $f_s$ 上へと変調される。BPSK又はQPSK変調を用いるとする。この信号を質問器103が受信すると、211の結果は周波数 $f_s$ の搬送波上へと変調されたBPSK又はQPSK信号である。この信号はサブ搬送 $f_s$ から復調して211を回復する。質問モードでは211はビット速度50~300kbpsであり、メッセージングモードではかなり低いビットレートを用いる(下参照)。異なる情報信号のデータ速度をサブ搬送周波数 $f_s$ 上へと変調する能力の実装は設計的には単純である。

#### 【0074】質問器設計

全3モードをサポートする質問器103の設計を議論する。反射信号は206により受信され、207により増幅される。ミキサ208はホモダイン検出を行う。ミキ

サ208は復調信号のI及びQ両方の成分を作る。これらの信号はシステムの幾つかのところで再結合される。フィルタ/アンプ210はフィルタリングプロセスの前にこれらの信号を再結合することとする。

【0075】3モードをサポートする質問器103の実装において、受信信号のフィルタリング、サブ搬送周波数の選択、復調技術は重要である。第1に、サブ搬送周波数の選択を考える。MBSシステムは「反射雑音」に対処しなければならない。物体によっては蛍光のようにAC線周波数のオーバートーンのRF信号を変調・反射する。従って、このような反射雑音はなるべく避けたい。

【0076】実験により反射雑音はサブ搬送周波数が100kHzよりも大きければ減ることがわかっている従って、サブ搬送周波数 $f_s$ は100kHz以上であると仮定する。

【0077】第2に、タグにおけるサブ搬送周波数の生成のしやすさがある。水晶を1MHzの倍数のような周波数以外に3.5795MHzのような半端な周波数にも使える。8MHzを使うと、 $f_s$ の1又は2MHzへの計算が容易となるのでこれを想定する。

【0078】サブ搬送周波数は2つの理由により大きすぎてはならない。第1に、水晶が高価になるから、第2に、サブ搬送からの情報信号の復調が複雑になるからである。即ち、サブ搬送信号がサンプリングされると要求するサンプリングレートは比例して大きくなってしまふ。従って、A/D変換器、DSPもパワフルなものが必要となる。100kHz~2MHzの間のサブ搬送周波数が適切であると考えられる。

【0079】TDMAアップリンクを用いると、同じ $f_s$ は全3動作モードで用いられる。図2のフィルタ/アンプ210はこれら全3モードにて同じ周波数を中心にすることができる。フィルタ/アンプ210のバンド幅は、質問モードからのアップリンク信号である最大バンド幅信号を通過するのに十分広くあるべきである。例えば、アップリンク信号100kbps、QPSK変調を想定すると、信号バンド幅は100kHzである。フィルタリングアップリンク信号はサブ搬送復調器212に送られる。質問モードでは例えば、100kbpsのQPSK情報信号が復調される。位置決定モード、メッセージングモードではサブ搬送復調器212の更なる処理を要する。質問モードにおける情報信号のバンド幅は、100kHzである。これらモードのバンド幅を予測する。各フレームが継続時間であると仮定する。即ち、1203のようなフレームのアップリンク部分は継続時間約100msである。更に、メッセージングモードでは全4ビットが送信されたとする。従ってQPSK変調を用いると有効ビット速度は40bpsとなり、信号バンド幅は40Hzとなる。従って、フィルタ/アンプ210の出力はメッセージングモードが必要なものよりも2

500倍である。即ち、メッセージングモードの入信号の雑音バンド幅(100kHz)は34dBここで必要な40Hzよりも大きく、メッセージングモードの有効範囲をかなり減少させる。これに対処するため上述の狭帯域技術を用いる。位置決定モードではアップリンク信号は一定音である。よってデータ速度は10bpsとなり占有信号バンド幅は(ドップラシフトなしで)10Hzである。よってフィルタ/アンプ210からの入信号の雑音バンド幅(100kHz)は40dBここで必要な10Hzよりも大きく、範囲は大いに減少する。同様に狭帯域路は技術を用いると、サブ搬送復調器212は100kbps信号を復調し、またもっと低いバンド幅信号をフィルタリング・復調するので、サブ搬送復調器212にはDSPがよい。これは位置決定モードとメッセージングモードの両方の受信信号強度を要するからである。DSPを用いればA/D変換器も必要であるが図示していない。

【0080】これらは以下のように実装する。フィルタ/アンプ210は質問モード信号(1407、図14参照)に必要なバンド幅(100kHz)の受信信号を最初にフィルタリングする。サブ搬送復調器はDSPでもよく、ASICやDSPの組合せでもよい。更なるフィルタリングは不要なのでこれは質問モード信号1407を復調するのに用いる。メッセージングモード、位置決定モード信号1406に対しては、雑音バンド幅を上述のように減らすために狭帯域フィルタリングを行うのでDSPがよい。このサブ搬送信号からデータを復調すべき場合は、公知の技術によりDSPを対応させる。代わりにDSPを全ての機能を行うようにしてもよい。この場合同時には1つずつである。また、更なるデジタルフィルタリングや復調を行わせてもよい。

【0081】FDMAアップリンクを用いて、図14に示すように、質問モードには1つのサブ搬送周波数 $f_{s1}$ を用い、メッセージングモード、位置決定モードには別の $f_{s2}$ を用いる。図2のフィルタ/アンプ210は図14の両方の信号を通過させる。サブ搬送復調器212は両方のアップリンク信号を同時に処理できることを要する。上のように値を想定する。即ち、質問モードの信号バンド幅1403は100kHzで、サブ搬送周波数 $f_{s1}$ (1401)に位置し、また、メッセージングモードの信号バンド幅1404は40Hzでありサブ搬送周波数 $f_{s2}$ (1402)を中心にするとする。

【0082】図15は、FDMAを用いるサブ搬送復調器の例である。フィルタ $f_{s1}$ 1501は応答がサブ搬送周波数 $f_{s1}$ の周辺にある。このフィルタ $f_{s1}$ 1501を高データレート復調器1503と共に用い、高データレート信号1505を回復する。これは質問モードからのアップリンク信号1407である。同様に、フィルタ $f_{s2}$ 1502は $f_{s2}$ の周辺に応答があり、低データレート復調器1504と共に用い、低データレート

信号1506を回復させる。これはメッセージングモード又は位置決定モードからのアップリンク信号(1406)である。メッセージングモードと位置決定モードのバンド幅は比較的類似しているのと同じ低データレート復調器1504を用いて各信号を復調するとする。

【0083】上に基づき、 $f_{s2}$ の配置は以下のようにする。フィルタ $f_{s1}$ を合致(matched)フィルタ( $\sin x/x$ )とする。 $f_{s2}$ がこのフィルタの最初のゼロにて位置するとする(合致フィルタ応答1405を見よ)。 $f_{s2}$ がこの位置なので、メッセージング又は位置決定アップリンク信号はフィルタ $f_{s1}$ (1501)により激しくフィルタリングされ、この信号は高データレート復調器1503とほとんど干渉しない。 $f_{s2}$ を中心とする質問モードアップリンク信号は、フィルタ $f_{s2}$ 1502が非常に狭帯域なのでメッセージング又は位置決定アップリンク信号とはほとんど干渉しない。

【0084】サブ搬送復調器212をDSPにて実装できる。図15の機能を全て速く処理できれば実時間で行える。DSP海苔点は前に述べた。

【0085】別態様では、フィルタ $f_{s2}$ 1502と低データレート復調器1504両方の実装にDSPを用いることができる。前述のTDMAの議論における態様である。情報を中央制御要素へ供給できるように、低データレート復調器1504は受信信号の信号強度1507をも出力すべきで、タグの位置を決定できる。

【0086】プロトコルパラメータの選択  
上のプロトコルの多くのパラメータを選択することを考える。以下の要素が重要となる。即ち、(1)質問モードが同時に読みとりフィールドにおいてサポートすべきタグはどのくらいの数か？(2)読みとりフィールドをどのくらいの速度でタグは移動するのか？(3)質問モードが動作すべき最大範囲はどのくらいか？である。上の全ての要素は、最も重要なファクターである1フレームの継続時間を決めるのに貢献させる。よって動作モード3つは空間時間において競合する。

【0087】アプリケーションプロセッサ101があるドメイン内の全ての質問器に以下の指示を送るとする。第1に、アップリンクアンテナパターン(図8の804参照)へ移動するタグのいずれも質問されるように、質問モードをサポートし続ける指示。第2に、タグ12345の位置を決める指示。第2にタグ23456ヘテキストメッセージを送る指示。タグがいつでも質問モードのアップリンクアンテナパターン804に入ることができるので、質問器は規則的に質問フレームを送信すべきである。即ち、ダウンリンク信号はアップリンクアンテナパターン804内のタグが質問モードで応答するように要求する。質問フレームの規則的送信の周波数は上の(1)~(3)に基づく。質問モード応急を満足して他の全てのフレームが質問フレームであるように決めたとする。すると、最初の質問フレームの後、位置決定モー

ドフレームがタグ12345へ送信できる。更に、第2の質問モードフレームが送信される。また別の質問モードフレームが送信される。そしてもし適当な確認を受信できない場合は位置決定モード又はメッセージングモード指示が繰り返される。この方法により3動作モードが時共有される。

#### 【0088】アプリケーションインタフェース

図16は別の建物内通信システムと図1のRFIDシステムが相互接続する方法を示す。ボイスメールシステム1610はLAN102を介してアプリケーションプロセッサ101と通信する。電子メールシステム1610もLAN102を介してアプリケーションプロセッサ101と通信する。また、ボイスメールシステム1610や電子メールシステム1610もサポートでき、これらはLAN102を介してではなくアプリケーションプロセッサ101と直接接続してもよい。また、図16ではアプリケーションプロセッサ101は独立のように示してあるが、1以上の質問器103として提供してもよい。

【0089】人1に向かうメッセージがボイスメールシステム1610により受信されたとする。またボイスメールシステム1610がこのメッセージを重要であると決め、人1が持っているタグへ送信すべきとする。ボイスメールシステム1610はいろいろな方法によりこの重要度を判断できる。例えば人に促す場合がある。またボイスメールシステム1610が入メッセージを所定の基準によりフィルタリングする方法がある。

【0090】人1が人2からの情報は常に促してほしいものとする。人1はボイスメールシステム1610に自動的に人2の電話番号から発呼された場合は知らせることを要求する。これは番号識別機能を用いる。ボイスメールシステム1610がメッセージを重要であると決めたとすると、図1のRFIDシステムのアプリケーションプロセッサ101へと信号1520が送られる。アプリケーションプロセッサ101は全ての（又は、あるドメイン内の全て）質問器103に重要なメッセージが到着したことを人1のタグ105に知らせ、人2の名前および/または人2の電話番号を含み、タグからの応答を要求するメッセージングモード信号を送信するように指示する。この応答がタグ105により受信されると、アプリケーションプロセッサ101、そしてボイスメールシステム1610へと渡され、メッセージの確認をする。タグが成功裏に受信したならばこのようなメッセージを人1が受信する方法は前記Shoberのページャ特許出願に記載されている。

【0091】電子メールシステム1610が電子メールを受信すると同様な手順が行われる。電子メールアドレスのリストをサポートして、そのリストに入っている多くの人にメッセージを送ることができる。

【0092】上述のようにRFIDシステムはタグのお

およその位置を決定できる。質問器103が建物全体に配置され、定期的に質問モードメッセージを送るとする。タグは義務的データにより応答するとする。従って、この時点において、（1）どの質問器義務的データを受信したか、（2）時間、にもとづいてそのタグの位置をわかる。従って、図16において、成功した質問モードトランザクション毎に質問器103がアプリケーションプロセッサ101へタグの識別番号、タグとの通信が成功した質問器103の位置、時間の各情報を少なくとも有する。この情報は位置データベース1650に記憶される。

【0093】ボイスメールシステム1610、電子メールシステム1610又は他のシステム1660が人1の位置を知りたいとする。アプリケーションプロセッサ101はまず位置データベース1650を検査して人1の最新位置がファイル上にあるかを確認する。その最新位置が十分に最新であれば、位置データベース1650の情報は適切となる。この情報により人1の位置を狭めることができる。アプリケーションプロセッサ101はドメインを限定することができる。

【0094】人以外の動物、物に上の位置決定システムを用いることができる。また、建物内のセキュリティ問題に用いるのではなく、物の管理システム等に用いることができる。

【0095】緊急モードタグ105が最寄りの質問器103へデータを送信すべきであると決める場合を考える。この例として、タグ105が緊急事態を知らされた場合が想定できる。

【0096】このような緊急な要求を送信する方法は幾つかある。タグ105は常にダウンリンク範囲にいますので、メッセージングモードに対しては常にアップリンク範囲にいる。タグがメッセージングモード伝送を受信すると、特定のビットパターンアップリンク信号で応答することができ、質問器103のサブ搬送復調器212により識別される。

【0097】代わりに、タグはメッセージングモード伝送に応答し、通常用いるサブ搬送周波数とは異なるサブ搬送周波数 $f_s$ を用いて送信する。これは「緊急チャンネル」である。この信号を受信するためには、サブ搬送復調器212にフィルタ $f_{s1710}$ および緊急チャンネル復調器1720の更なるデバイスを加える。図17にはこの追加を示してある。フィルタ $f_{s1710}$ と緊急チャンネル復調器1720は「緊急チャンネル」のサブ搬送周波数に常に同調されている。従って、タグ105は緊急事態であることをアプリケーションプロセッサ101へと常に知らせることができる。

#### 【0098】

【発明の効果】以上述べたように本発明により、セキュリティ、位置決定、低速度データ通信アプリケーションの各問題を解決するようなシステムを提供でき、変調バ

ックスキャットを用いた無線周波数識別システムを単一のシステムで単一のインフラでセキュリティ、位置決定、低速度データ通信アプリケーションにて提供できた。

【0099】以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例を考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。尚、特許請求の範囲に記載した参照番号がある場合は、発明の容易な理解のために、その技術的範囲を制限するよう解釈されるべきではない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】無線周波数識別(RFID)システムの実施例のブロック図。

【図2】図1のRFIDシステムで使用される質問器ユニットの実施例のブロック図。

【図3】図1のRFIDシステムで使用されるタグユニットの実施例のブロック図。

【図4】質問モード、ロケーションモード、メッセージングモードの各範囲の関係を表す図。

【図5】質問モード、ロケーションモード、メッセージングモードのアップリンク範囲、及びこれら全てのダウンリンク範囲の関係を表す図。

【図6】建物の天井における全方向性アンテナの取り付け構成を示す部分断面側方図。

【図7】建物の天井における全方向性アンテナの取り付け構成の別の態様を示す部分断面側方図。

【図8】アップリンクアンテナパターンとダウンリンクアンテナパターンの関係を示す上視図。

【図9】2つの受信アンテナからの入力を結合する構成を示すブロック図。

【図10】2つの受信アンテナからの入力を切り替える構成を示すブロック図。

【図11】ダウンリンク、アップリンク信号のフレーム構造を示す時間フレーム図。

【図12】ダウンリンク信号がどのようにサブ分割されるのかを示すグラフ図。

【図13】アップリンク信号がどのようにサブ分割されるのかを示すグラフ図。

【図14】メッセージングモードのアップリンク応答の位置を示す帯域グラフ図。

【図15】図2のサブ搬送復調器がどのように2つのサブ搬送チャンネル上の復調をサポートするのかを示すブロック図。

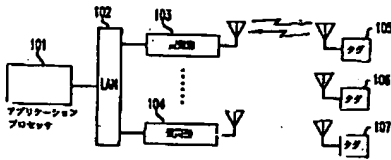
【図16】図1のRFIDシステムがどのように電子メール、ボイスメールシステム等に相互接続されるかを示すブロック図。

【図17】図2のサブ搬送復調器がどのように緊急チャネル上の復調をサポートするのかを示すブロック図。

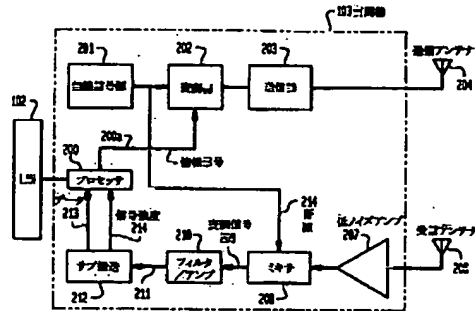
#### 【符号の説明】

- 101 アプリケーションプロセッサ
- 102 ローカルエリアネットワーク(LAN)
- 103、104 質問器
- 105、106、107 タグ
- 200 プロセッサ
- 200a 情報信号
- 201 無線信号源
- 202 変調器
- 203 送信器
- 204 送信アンテナ
- 206 受信アンテナ
- 207 低ノイズアンプ
- 208 ミキサ
- 209 復調信号
- 210 フィルタ/アンプ
- 211 情報信号
- 212 サブ搬送復調器
- 213 情報信号
- 214 信号
- 301 アンテナ
- 302 検出器/変調器
- 303 アンプ
- 304 クロック回復回路
- 305 プロセッサ
- 306 情報信号リード
- 307 変調器制御回路
- 308 サブ搬送周波数源
- 310 電池
- 311 変調サブ搬送信号
- 312 リード
- 601 床
- 602 天井
- 603 アンテナケーブル
- 604 接地面
- 605 アンテナ
- 606 レードーム
- 607 アンテナパターン

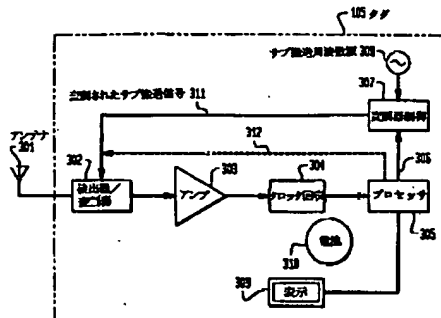
【図1】



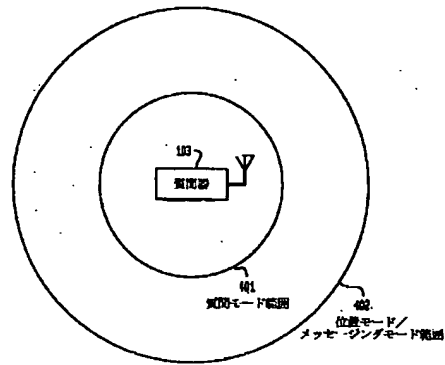
【図2】



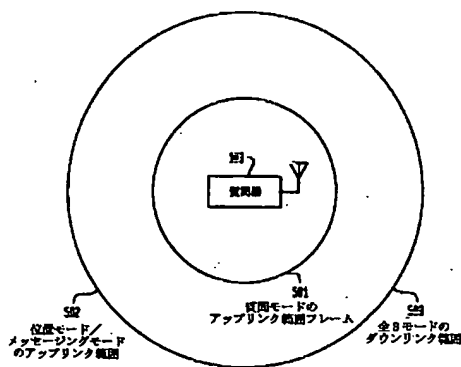
【図3】



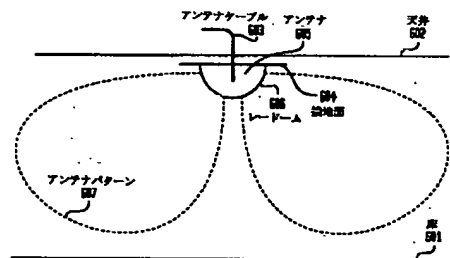
【図4】



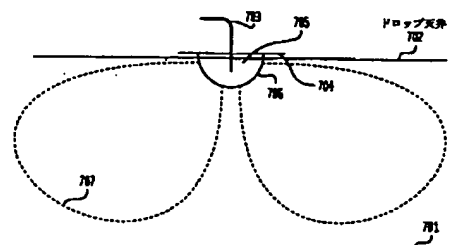
【図5】



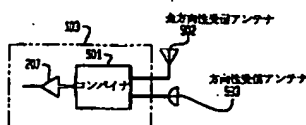
【図6】



【図7】

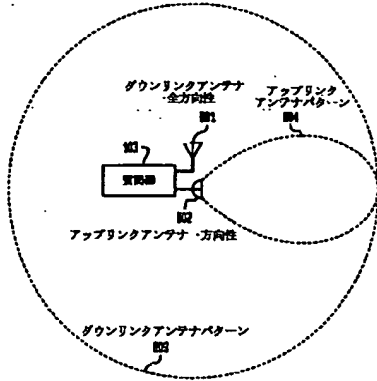


【図9】





【図8】



【図11】

